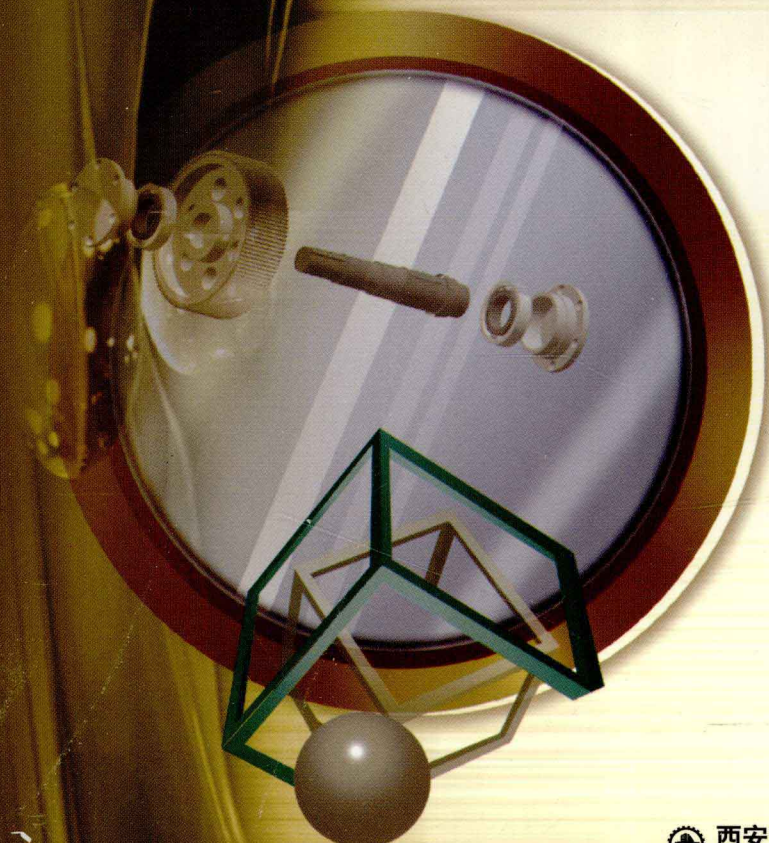


张晓钟 著

机械产品设计的 信息加工原理与过程

—机械CAD教程

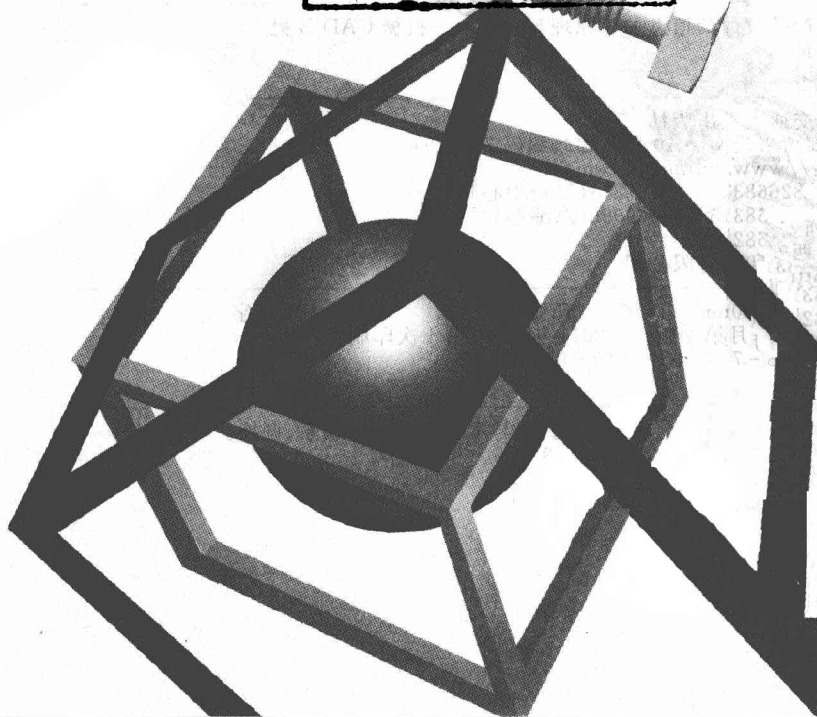


 西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

机械产品设计的 信息加工原理与过程 ——机械CAD教程

张晓钟 著

常州大学图书馆
藏书章



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书是从机械工程专业本科高年级学生和研究生机械 CAD 课程演变而来的。书中将机械产品视为信息处理对象,大脑与电脑的交互系统视为信息处理系统,机械产品的设计过程视为信息处理过程,系统地介绍了机械产品表征的阶段性及信息表征形式与原理,各种表征形式的处理方式、过程、转换及其原理。本书以思想为先导,通过方法与技术的阐述体现出信息论、系统论、心理学及人工智能等与机械产品设计学科的科学关联。第一章综述了人机交互的机械产品设计信息系统的基本思想与架构;第二章阐述了机械产品设计的大脑信息处理原理与方法;第三章阐述了机械产品设计的计算机信息处理原理与方法;第四章基于信息加工原理阐述了机械产品设计中已有商业软件的开发与应用问题。

本书用新的视角阐述机械产品设计问题,具有深入浅出、突出思想、技术可操作性强、便于自学等特点,适于作为机械工程、软件工程、计算机应用等学科的高年级本科生及研究生的教科书或参考书,也可供机械工程、软件工程、计算机应用等行业的科学研究与工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械产品设计的信息加工原理与过程:机械 CAD 教程/
张晓钟著. —西安:西安交通大学出版社,2011.10
ISBN 978-7-5605-4087-0

I. ①机… II. ①张… III. ①机械设计:计算机辅助
设计—AutoCAD 软件—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 200668 号

| | |
|------|-----------------------------|
| 书 名 | 机械产品设计的信息加工原理与过程——机械 CAD 教程 |
| 著 者 | 张晓钟 |
| 责任编辑 | 张 梁 |

| | |
|------|---|
| 出版发行 | 西安交通大学出版社 (西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049) |
|------|---|

| | |
|-----|---|
| 网 址 | http://www.xjtupress.com |
| 电 话 | (029)82668357 82667874(发行中心) (029)82668315 82669096(总编办) |

| | |
|-----|---------------|
| 传 真 | (029)82668280 |
| 印 刷 | 陕西元盛印务有限公司 |

| | | | | | |
|-----|------------------------------|----|--------------------|----|--------|
| 开 本 | 727mm×960mm 1/16 | 印张 | 10.25 | 字数 | 186 千字 |
| 版次 | 2011 年 10 月第 1 版 | 印次 | 2011 年 10 月第 1 次印刷 | | |
| 书 号 | ISBN 978-7-5605-4087-0/TH·92 | | | | |
| 定 价 | 28.00 元 | | | | |

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo_cn

版权所有 侵权必究

前 言

本书是以自学教程与探索研究的形式,论述了机械产品的设计过程与计算机应用,探索了在机械产品形成的整个过程中,如何进行人与计算机交互的问题。本书最初是2000年为机械类高年级学生和研究生学习计算机辅助设计而编写的教案,随着时间的推移和研究的深入,从中发现了许多有趣的问题,虽然这些问题基本都有了答案,但秉着精益求精的精神,有些问题的解答还不是很满意。现在,将这些问题都归拢在这本书中,供各位读者继续探索研究。

机械产品是人造物,而设计过程是人“造”物的过程,就是人对信息进行处理的过程,也是知识运用的过程。这里涉及到两个方面:一是人的信息获取方式,包括对获取信息的预处理和存储方式(记忆);二是人对信息的处理方式,也就是大脑的思维方式、知识运用方式等。人们对创新很感兴趣,机械产品的创新源于人们在认知基础上的大脑思维(信息处理、知识与概念重组等)及智慧(想象力、创造力——重构与重组能力),源于大脑依照机械产品的客观实在(三维实体)、大脑理解的能力与方式、心理表征与思维处理、思维时的效益与效率、信息交换方式等形式的脑内演变。因此,设计过程涉及到脑科学、信息科学、人工智能、机械工程等的知识、理论与技术。

计算机作为机械设计中大脑以外的集成辅助工具,其间会涉及到三个方面的问题:一是信息输入,二是信息处理,三是信息输出。计算机因其信息的处理能力与表现形式、表达方式对大脑理解的辅助等特点与优势,获得了广泛的应用。因为距离产品设计系统集成、自动化设计路途遥远,所以计算机辅助设计研究有着极其广阔的发展潜力和研究空间,有着大量的科学与技术问题等待探索。计算机辅助机械产品设计,不仅可提高设计质量,缩短设计周期,降低设计费用,而且从根本上改变了过去传统的设计制造过程,也改变着人的思维模式和创新方式。对思维模式最典型的改变,是计算机对人类心理表征的可视化展现,是对人类思维处理能力的扩展与辅助等。

本书涉及到设计思想、设计方法、设计技术、具体操作等内容,通过对实用技术

的讲解,使读者可以上升到进行科学研究、技术综合运用平台;通过对内容的巧妙编排,使读者获得自我知识获取和自我知识完善的方法与能力;通过对语言叙述、图形与层次结构和内容结构的表征与编排,使读者获得对复杂问题进行层次化划分和对整体问题进行关联构造表达的能力。本书尽量通过图式与视觉来加强对复杂问题的表达,加深读者对复杂问题的认知,尤其是需要用构造形式(图式构造或多属性的关联构造)来表达的问题。本书充分考虑了对读者过程知识的掌握、知识架构的完善与同化能力等的培养,内容叙述贯穿着思想优先—引出方法—提出技术—论述操作的逻辑思路。这种逻辑关系是由上而下的,符合设计过程的逻辑。反过来,由下而上,可以训练归类、抽象、具体到概念、技术与方法到思想的学习方法、过程,也就是把书读厚又读薄的方法。

本书试图从机械产品设计过程的思维方式与计算机工作方式等基本特点的视角来阐述,以便读者获得一般的思考方法、认知与学习方法,通过考察机械产品形成过程中人类思维的心理表征、脑外客观世界的自然表征与可利用信息载体的特性、计算机表征之间的关系,用认知科学理论和机械产品的形成特点,提出以产品表征方式为主线的机械产品的形成过程。这个过程表达了人脑内部的认知过程、思维方式及脑外表达形式。将习惯的、传统的表达方式与计算机的表达方式及其转换相融合的设计模型,给出产品设计的整体架构,以便研究计算机应用及其设计过程中应用计算机的新的研究视角。

机械设计与计算机应用涉及的科目繁多、技术离散、综合运用要求高、技术与方法变换更新快,绝大多数人都有这样或那样的知识缺憾。为此,本书每一章都有学习提要,该提要不仅针对自学者,而且是对立志于机械研究应用人员的知识架构的提示,使用者可以根据自己的实际情况去拓宽知识面,构建知识结构和体系,尤其是提醒读者根据自身的知识功底和应用情况,及时补充自身基础知识的缺憾,调整自己的学习方法,以达到最佳的学习效果。当你看不懂、学不会某一部分时,请尽快地、仔细地、认真地复习以前的或与此有关的各门知识,补上缺憾。也许这些知识并不是全新的,但却能打开思维的新天地,创造出使自己惊奇的机械产品。

感谢陕西省教育厅自然科学专项基金 09JK562、西安建筑科技大学基础研究基金 JC0708、西安建筑科技大学重点教材基金等的支持。感谢西安建筑科技大学机电学院、研究生院的支持。感谢机电学院同仁的大力支持。感谢参考文献中所列的作者,感谢与本书有关而未能全部列入参考文献中的作者。

对教材编写中研究生胡继红、刘永姜、张磊、邓昌智、吕晓燕、赵志杰、王晓倩、

黄浪斌、孙颖宏、董立明、李娜、杨哲,本科生高勇、杨宏彬等人的工作与建议表示感谢。对信控学院董丽丽教授、张翔博士、万晓鸽硕士的工作表示感谢。

特别感谢西安交通大学出版社任振国、张梁等各位编辑及录排、校对、出版人员的辛勤工作和帮助。

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,欢迎广大读者对本书的内容及作者的某些见解和表述方式提出宝贵建议,给予批评指正。

张晓钟

2011年1月

目 录

前言

| | |
|------------------------------------|-------|
| 第一章 信息处理系统与机械产品设计过程 | (1) |
| 1.1 信息与信息处理系统 | (2) |
| 1.2 信息观下的机械产品设计大脑处理 | (7) |
| 1.3 计算机及其软件..... | (11) |
| 1.4 机械产品设计的计算机处理..... | (17) |
| 第二章 机械产品的大脑认知、表征与思维处理 | (25) |
| 2.1 机械产品形成过程的思维原理..... | (26) |
| 2.2 机械产品及其形成过程的非形式化表述..... | (42) |
| 2.3 机械产品及其设计过程的形式化表征..... | (46) |
| 2.4 机械产品及设计过程中的模型化问题..... | (55) |
| 第三章 机械产品的计算机表征与处理 | (72) |
| 3.1 计算机的信息处理方式与特点..... | (73) |
| 3.2 机械产品的计算机表征..... | (83) |
| 3.3 设计过程的计算机表征..... | (87) |
| 3.4 从需求到概念的设计过程表征..... | (94) |
| 3.5 从概念到方案的设计过程表征..... | (99) |
| 3.6 从方案到实现的设计过程表征 | (101) |
| 第四章 机械产品设计过程中的软件开发与应用 | (104) |
| 4.1 机械产品设计的阶段性与商用软件 | (106) |
| 4.2 功能与构造设计 | (116) |
| 4.3 动力特性分析 | (120) |
| 4.4 力学性能分析 | (127) |
| 4.5 产品性能优化 | (141) |
| 后记 | (153) |

第一章 信息处理系统与机械 产品设计过程

本章学习提要

目的 了解信息处理系统的基本架构与工作原理,给出基于信息加工原理下机械产品设计过程的基本概念与整体架构,从而表达其主旨思想、基本原理与方法、所涉及到的技术基础与应用领域等。

基础 机械设计与制造专业教育课程(主要是复习,未学过的内容请读者自己去泛读)。

(1)机械设计基础,如数学、物理、工程力学、工程图学、机械原理、机械零件、机械工艺、材料与处理、设计概论、机械产品设计与实践经验等。

(2)计算机构造与外围设备知识,如电工学、模电、数电、计算机构造与原理、微机原理(硬件、软件)、单片(单板)机原理(汇编语言等)、计算机图形学基础、计算机操作基础(DOS\Windows)、计算机语言基础(汇编语言、BASIC、C++、VB、VC++等)、数值分析(计算方法)等。

(3)软件工程基础,如近现代(离散、模糊、计算)数学、软件系统分析、系统设计、数据结构、数据库、软件设计与实践经验等。

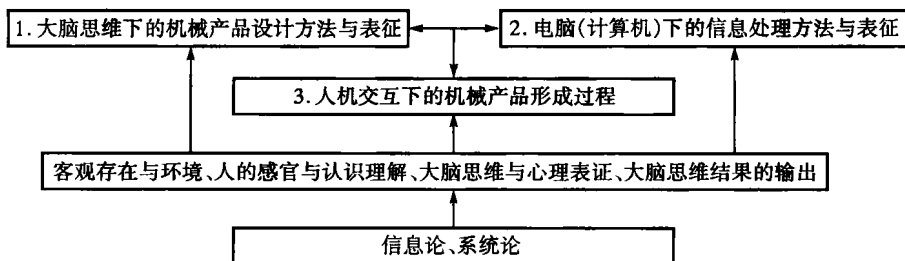
(4)信息论基础等。

指出基础的目的在于让读者构建与本研究有关的、个人自有的知识层次性及其框架体系。

重点 按照信息论了解人造物产生及其演变的思维本质与过程;了解机械产品设计过程、表征与工具、表征间的转换等问题的本质。基于计算机(电脑)工作原理的表达与处理的思想与方法。

方法 按照信息论的观点,了解机械产品及设计过程的历史、现状、发展;了解电子技术的历史、现状、发展,尤其是计算机软件、硬件及其外围设备的历史、现状、发展;了解机械CAD的基本概念、基本框架、发展简史、应用领域,尤其是机械行业中的应用现状等。将自己所学知识及其体系结构和本课程的知识要求及其扩展相融合,达到同化。

本章内容结构



1.1 信息与信息处理系统

1. 信息

“信息”一词如同数学中的“集合”一词一样，在各种场合都被广泛采用，但要给它下一个严格的定义却异常之难。信息论的奠基人香农(C. E. Shannon)，在其著名论文《通信的数学理论》中，没有给信息下一个明确的定义。香农发表的论文，由于其方法新颖，许多专家学者对信息继续进行深入研究。对来源于西方哲学与文化基础的科学研究，其基本的、首要问题就是要给“信息”一词下一个定义，然后给出一个模型，再制定一套规则，从而得到形式化表征，以便进行推演。信息一词的定义，流行的说法不下百种，对此展开的一些重要的哲学争论，到此为止也没给出一个定论。由于信息概念的高度抽象性、应用领域的广泛性，使得人们很难在概念本质内涵的特质与属性取舍方面可以面面俱到。人们如是说：信息是消息，是数据；信息是集合之间的变异度，是一种场，是信号；信息就是信息，既不是物质也不是能量，是事物之间的差异，是事物相互作用的表现形式，是事物联系的普遍形式，是物质的普遍属性；信息是与控制系统相联系的一种功能现象，是控制的指令，是系统组织程度的度量，是有序性的度量，是负熵；信息是收信者事先不知道的报道，是用以消除不确定性的东西。

有关信息的各种说法，要么出发点不同，要么所站角度不一样，有些甚至带有较明显的学科倾向，但都在一定层面上对信息概念做了描述。在机械产品设计领域，如何来定义产品的信息呢？根据机械科学特点，根据机械产品形成过程中的形态，按适用面的不同，来分层次地定义信息，同时要顾及到信息处理的计算机技术与数据化特点。可以这样说，一个是最高层次的信息称为本体论层次信息，定义

为:某事物的(本体论层次)信息,就是事物运动状态和方式,也就是事物内部结构和外部联系的状态和方式。本体论层次的信息是最广义的信息,是无条件的信息,与是否有(认识或观察)主体无关。另一个是加入人类这个认识或观察的主体,即从认识论的角度来定义信息。此层次的信息称为认识论层次信息,定义为:某主体关于某事物的(认识论层次)信息,是指该主体所感知的相应事物的运动状态及其变化方式,包括状态及其变化方式的形式、含义和效用。认识论层次下的信息同时考虑了事物运动状态及其变化方式的外在形式、内在含义和效用价值三个因素,因此较之本体论层次信息,尽管适用面变窄,但内涵却丰富得多。之所以如此,原因在于加入了人这个认识主体,人有感觉能力、理解能力以及判断能力,因此对事物的运动状态及其变化方式,可感觉其外在形式、理解其内在含义以及判断其效用价值。

机械产品设计必须有人这个认识主体,机械产品是人们的认知客体。机械产品在其形成或演变的过程中,作为客体,其信息的本质没有变化,而其表现形式却是变换着的。机械产品在其从市场分析到设计制造的整个过程中,以各种表现形式存在着,但其提供的信息却是基本不变的,那就是符合市场需要的机械产品,也就是人们的意图。

若将客观存在及其种种形式视为信息的形式,也就是人的认知与理解是以信息的形式进行,只是其表现方式各异,则可以将机械产品的整个演变过程,包括客观存在、认知理解与知识化、思维与创造、思维结果的客观实现、整个过程中的计算机参与等视为信息演变与变换的过程。这个过程是在信息处理系统中进行的。

2. 信息系统

按照最初的信息概念与研究范围和对象,香农信息论研究的通信系统可用如图 1-1 所示的一般模型表示。

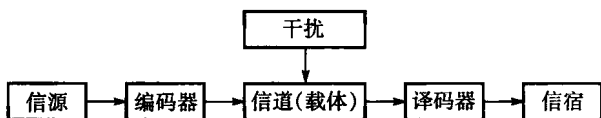


图 1-1 通信系统信息传送模型

由图可见,信息有三个基本点,即:信源、信宿、载体。发出信息的物体为信源,接受信息的物体为信宿,载有信息的物体为信息载体。一个物体可以同时作为信源、信宿和载体而存在。比如一本书,当人们阅读它时,它既是信息载体又是信源;当人们在书的空隙写上读书心得时,它同时又是信宿。信息必须以某种方式加以组织或表达,否则它就永远只能是纯本体性。信息包含在事物之中,它必须有某种

“运载工具”来载运并具备可识别性,即它可以从背景中区别出来;信息被传播之前是作为知识的信息而存在的,一旦被加工进入某“运载工具”就作为事物的信息而存在了。设计者掌握的信息就是作为知识的信息,而产品中包含的信息是作为事物的信息,是经过一定加工进入产品的。这两者的区别在于:知识的信息是不可触摸和测量的,它们必须以某种物质的形式加以描述或表达,而这种描述或表述是可触摸的,即作为事物的信息;其次,知识的信息可被重复使用而本身不会改变,事物的信息作为事物的一部分会因为事物的改变而改变。

研究了关于信息的基本概念,问题就变为研究信源、信宿、信道以及编码的问题。信源的核心问题是它所包含的信息有多少,及如何通过一定的方法将其包含的信息量表达出来;信道的问题主要是它最多能传送多少信息的问题,也就是信道容量的大小问题;信宿的问题是它能接收或提取多少信息;编码问题则是指理论上如何编码才能使信源的信息被充分表达,信道的容量才能充分利用。

3. 大脑信息处理系统

随着现代科学的进步,信息理论也有了巨大发展,机械产品设计也加入了这一行列。在这里,信息就是可以表征和指代机械产品的编码。机械产品是人造物,人造物不是自然界生长的,是人利用知识积累,经过大脑思维创造的。思维需要过程和方式,也就是信息处理的思维操作序列,参见图 1-2。思维需要运用由人的感官获得的各种表现形式的知识积累,也就是人的大脑所能理解与存储的心理表征形式的积累,这些积累与形式化或非形式化的表征及其思考密不可分。人的思维过程与结果需要脑外辅助,需要交流与传承。脑外辅助是随着信息或知识载体自身的特性而演变和改变的,其中,语言文字和各种模型是最主要的、常用的形式。对于表征目的(如整机构造、动力学特性、力学特性及可靠性、加工制造方法等)、载体特质(如纸与笔、实体模型、试验模型、虚拟模型等)、理解方式(个人认知与思维特质)等来说,同一对象表征形式的统一性、一致性仍然是个问题。

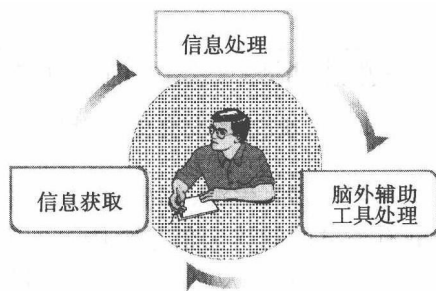


图 1-2 大脑信息处理系统

对于机械产品设计来说,就是人利用感官从自然环境、客观现实获得情景、图像、声音等信息,在脑内形成心理影像;为了理解而将各种感知信息(情景、图像、声音等)转换为形象的、抽象的、简约的图形形式。为了理解更复杂的问题,经过脑内处理,也就是经过对图形等的特征识别、属性提取和归纳、构造重组与聚类等思维操作获得语言文字表达的抽象形式,这就形成了产品概念、功能与概念产品。由于产品功能的实现是产品行为的结果,而产品行为的载体是产品构造,因此将产品概念或者说将概念产品的抽象形式(语言文字表征)转换为形象的图形表征,就成为一个至关重要的关键环节。正像语言文字概念表征的抽象层与图形表达的具体层在聚类时发生的那样。根本的创意与创新就发生在这里,其他各个环节与过程中处处有创造性问题,其创造形式也是如此。有了表达产品功能的图形形式(构造),接下来的问题就是研究构造的性能问题,也就是产品的性能对于功能的满足程度问题。它涉及到科学技术的约束与冲突消解、制造技术的约束与冲突消解等问题。这是当前工程界研究最多最热的问题,也是就业最多的岗位。当然,这也是高等工科院校教育培养的普遍问题。尤其是在有了图式构造下的性能研究、对于功能的满足程度问题分析等方面,各种技术问题的处理通常采用源于自然科学的形式化表达。在这里,仍然会有语言文字与图形的两种表征形式转换及其信息处理。这还是由人的思维模式与理解方式、理解力、思维智慧与创造方式决定的。尤其是长期以来由形式化方法表达的各门自然科学对机械产品性能的研究分析所起的作用,已经成为人们的理解与思维习惯。

在设计过程中,两种表征的转换在脑内时刻发生并进行着,这是计算机当前的技术水平还难以达到的。这样看来,计算机的辅助问题就清晰了许多,作为信息处理机器或称之为电脑的计算机,在机械产品的设计过程中,要担当的角色就是进行语言文字处理、图形处理及两者的转换等工作。到目前为止,计算机从图像到图形的处理与转换尚不成熟,在语言文字与图形间的等价转换也尚不成熟。虽然有商业化的语言文字处理软件、有商业化的图形处理软件(二维与三维)、有人工智能技术等,但与人的大脑相比仍相去太远。

一般说来,人们已经习惯于,或说由于习得的结果,会用语言(这里指自然言语和文字)来叙述问题,可很少注意语言阐述的局限性,尤其是自然科学论述时的非形式化的自然语言与形式化的学科语言(如数学公式与推理等)之间的混用,文本形式与图形构造形式的混用(如工程图上的几何线条与技术说明等)。首先,语言阐述是串行的,是沿着时间方向或依据时间序列行进的,而当阐述的问题与对象具有结构性特点时,就是说,当所表达的概念内涵的属性与特征的关系是结构型的、图式的时候,语言表述就有其局限性,多层结构与复杂结构问题更是如此。一个连续的、有关联的、有逻辑性的语言序列表述,方可在听者脑中形成心理影像或

可呈现出构造情景。对于所表述问题的关系表现为队列型的前后关系、树图型的层次及并列关系、网状图的交叉互联关系等,冗长的语言表述才能让接受者获得脑内的构造表征或情景。在机械产品设计中,如图形结构、构造问题、由等价的多属性构成的概念、由底层概念向上抽象出上层概念(或说从小概念向上抽象成大概念)等情形的表述等,会出现语言描述造成的不便,尤其是说者与听者之间的心理情景还存在还原难以重合,从而造成误解或难理解(表达的可理解性)。因此,本书较多地采用结构化的图式表达形式,以便读者更好地理解作者要表达的思想、概念、方法、技术和内容。

4. 人机交互信息处理系统的一般模型

按照信息论的观点,一般的信息处理系统可以用图 1-3 表示,输入某形式的信息(信息的表征),经过信息处理系统的加工而产生某种形式的信息而输出。这里的信息处理包括各种表征形式,也包含了信息形式的转换等。这样说来,可以将机械产品设计视为信息处理过程,而将机械产品视为信息加工系统的处理对象,这个信息加工系统则由大脑和电脑(计算机)交互构成,整个的处理过程可以用图 1-4 表示,或用图 1-5 的形式表达。在图 1-5 中,虚线表示信息处理方式与过程,实线表示信息表征形式和传递变换。上层是大脑信息处理系统,下层是计算机信息处理系统,信息反馈功能未标注。用图 1-4 表示,大脑对问题提法的可理解性显然不同。

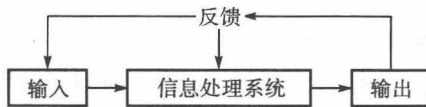


图 1-3 信息处理系统模型

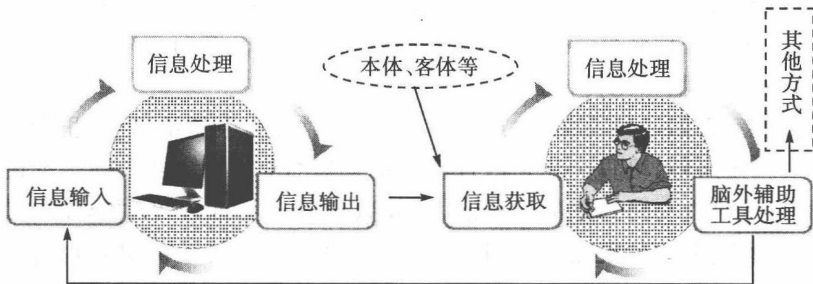


图 1-4 人机交互信息处理系统模型

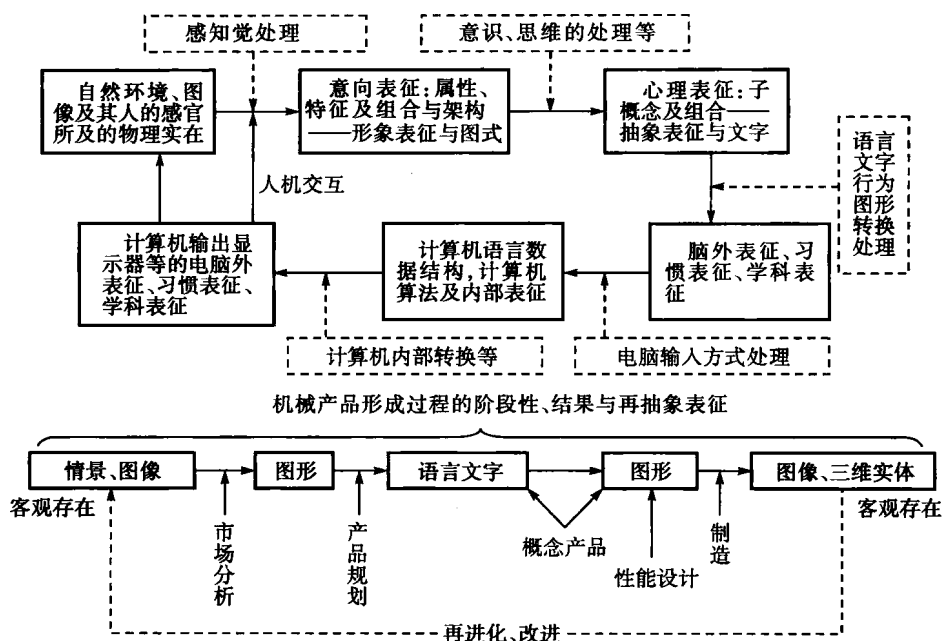


图 1-5 信息加工理论下机械产品的设计过程与表征

1.2 信息观下的机械产品设计大脑处理

根据信息处理系统的构造与工作原理,可以用表征与处理两个基本要点来分析传统的机械产品设计过程。整个设计过程的表征涉及到六个阶段的表征:①客观存在形式与相应的信息表征;②大脑认知以后的脑内心理表征;③大脑处理以后的信息输出及其表征;④计算机的信息输入及其表征;⑤计算机内部的信息表征;⑥计算机的信息输出及其表征。要弄清楚信息及其表征,需要解决的问题是信息表征对象的特质及其信息载体特质是什么,如何用信息形式来表达这些特质,如何对这些信息进行处理。

如此说来,信息加工观下的机械产品设计原理,或说机械产品及其辅助设计问题的解决方法,涉及到两个基本概念:一是机械产品的信息表征内容与形式;二是与相应表征相适应的信息处理方法与过程。整个机械产品设计过程的信息处理问题,又可分为如下四个部分进行阐述:

(1)信息加工工具——大脑与电脑(请允许电脑与计算机两词的混用)——的特性与工作原理。这主要涉及工具特性与手段问题。

(2)信息加工对象与表征:机械产品的表征(大脑内外的形象、抽象表征、电脑内外的表征)及其由理解带来的表征阶段性问题,机械产品的表达目的、内容与表达形式、方法等问题。这主要涉及表达与理解问题,还可以用形式化与非形式化两种表征形式表述。

(3)信息加工方法:大脑加工方法(认知、理解、心理表征、信息处理(思维、思考)、信息输出等)与电脑加工方法(输入、处理、输出、操作序列等)。这主要涉及过程问题。

(4)信息加工对象表征的转换:最主要的是文字与图形的转换,功能与结构的转换,行为与功能的统一,产品概念与构造载体的统一,大脑与电脑内部、外部、内外部的转换等。这个问题有点像翻译(中文与西文、古文与现代文等)问题,是个难点,对计算机而言尤其如此。

一般说来,机械产品设计的计算机处理问题,应该抓住机械产品设计的“过程”这个核心,而过程是操作序列的集合。对于表征等问题,按照问题所涉及概念的抽象层级与概念的粒度大小,逐步阐述问题提法的细节,问题的解决方法与技术也随后阐述。尤其要注意两方面的问题:一是抽象语言文字等符号表达的概念层级与粒度;二是形象具体的图形构造表达的功能、零部件构造的概念层级与粒度(具有独立作用的零件、部件或子系统等)。

1. 机械产品的概念

如何在信息观下理解什么是机械产品?

机械是利用力学原理组成的各种装置,这些装置由零件装成而产生有用功,以替代人力,降低劳动强度,提高工作效率。什么是产品?因目的性而由人通过工厂生产出来的物品,是一种人的意愿或所思所想的结果。机械产品就是人们的意愿或所思所想的结果,并通过工厂生产出来的。还可以说:机械产品是劳动工具,可以用于人们之间的交换(商品属性)。机械产品是人造物,是人类智慧的结晶,是人类大脑思维的产物,是人们思想意识的物质实现。机械产品是三维实体,是人们思想意识之物质实现的表征方式等。这些都是从人们对自然世界的理解与表现形式、表达方式等方面指出机械产品的属性。参见图 1-6 所示的现实世界中的机械产品。

哪些属性的表述适合于阐述机械产品的设计问题呢?作为人造物,机械产品是大脑思维的产物。大脑思维需要两个方面:一是思维的材料,也就是通过感觉获得并以各种形式储存在大脑中的信息,或称之为思维资源和知识;另一个是对大脑中储存信息(思维资源)的处理,包括分类、分层、转换(抽象与形象、各种感觉获知综合等)、抽象、结构组织、理解、形象化表征、输出方式(言语、形、行为等的生成)确定等。由于问题的复杂性(是由人的大脑的理解能力所界定的)、大脑处理信息时



图 1-6 现实世界中的机械产品与存在形式

使用短时记忆的信息块(7 ± 2)的有限性、各种知识的心理表征的多样性等,使得这种处理需要一个过程(识别、认知、理解、重组、判断、评价等环节组成)。这个过程就是机械产品在脑内形成的过程,它是产品设计的核心。这个过程也是计算机进行思维仿真要仿的过程。

机械产品是如何被表示的呢?人对概念与知识(图像、环境、情景、文字、声音表达)的掌握,是通过感觉器官等感觉系统与大脑思考相互作用的认知过程进行的,概念与知识是感觉与认知过程产生的结果。如何表达大脑内的知识呢?如何表达大脑的所思所想及其结果呢?人们是不能直接相互感觉对方的脑内表征的。一般说来,人们使用言语,是发声说话的时间序列(串行),是要表述内容的逻辑结构(并行或拓扑与图),也就是要表达感觉信息与思维结果的情景再现。人也可以通过行为表达方式,如利用动作行为的结果,即图形方式、模型方式等表达所思所想的构造特性与整体性特点,还可以使用大脑可以直接理解的方式,也就是使用符合各个学科特点、习惯的模型等方式表达其某个方面(属性)的本质。各种表征被用于交流(视觉、听觉)、再理解(辅助信息块的数量)、情景再现等。这些表征使得机械产品的表达具有了多样性,这种多样性随着机械产品的复杂程度而变化,参见图 1-7。特别要注意机械产品的存在形式、心理影像(表征)、认知理解与脑外表征形式、语言生成、文字表达(抽象)、图形表达(形象)、计算机表达及其多样性等。

2. 设计的概念

什么是设计?其原意是:做某件事情或某种东西以及如何做某件事或某种东西的计划。机械产品设计就是对人的意愿或所思所想的形成过程的计划(规划),这个规划包括了机械产品本身属性、形成产品时涉及到的过程属性及过程中牵涉

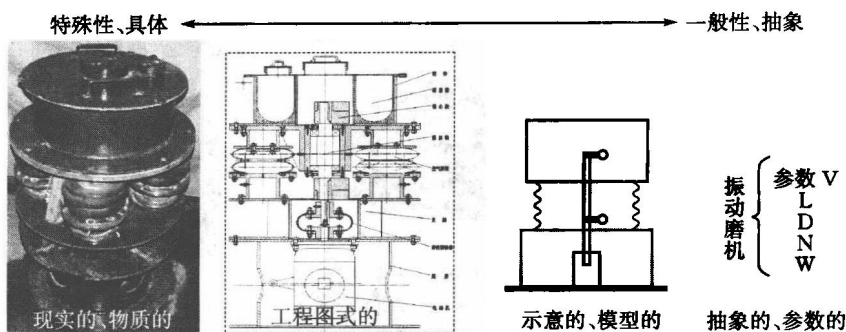


图 1-7 同一机械产品的不同表征形式

到的所有问题(如工具、手段、方法、技术等)。对设计提法的恰当阐述,就是要解决机械产品是怎样被构思出来的,即信息是如何被处理的,计算机又是如何计算的等。设计提法越接近问题概念的实质(本质),就能越清晰地理解和进行设计活动。

构思就是知识、信息的再组织,构思需要大脑内部的一系列的活动的,这些活动在时间上是由一连串的子活动构成的,在空间上是由一系列的子活动构成的一个个子结构来表征的。这些活动包括认知、理解、思维、记忆、操作等。对所有的活动做出规划,经过实施、处理并最终表达出来,其结果便是机械产品。所有活动的连续思考、操作序列就是过程。这就是人们常说的机械产品设计是人类的创造性活动。由此可见,设计需要一个过程(时空序列),该过程涉及到许多内容,而所有内容需要事先安排规划,以便交流、评价、重用、协同等。涉及到的内容多,表达形式多,而大脑处理又受制于大脑信息处理的信息块容量 7 ± 2 的制约,在必要的阶段又要进行评价,确定其相应的结果是否合乎最初的需求,是否合乎实际情况和科学规律,不要将错误后置等。这样,对设计过程进行阶段性划分则就成为必然。如若将设计过程,也就是思维过程从大脑内呈现到大脑的外部,机械产品的获得(设计)需要三条并行的发展过程,这些过程是交互的、交错的、互相补充协调的,如图1-8所示。

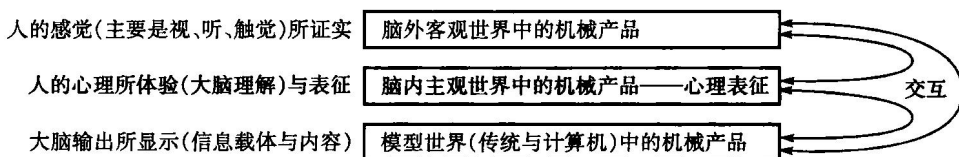


图 1-8 大脑思维与设计过程

3. 机械产品设计过程

要谈设计过程,先得说说过程的表征问题。依据前述问题的提法和信息加工理论,大脑(包括电脑)的信息处理是对特定的表征形式进行的,也就是说要有特定